tiermerkmalen zu reagieren. Die Determination zum Ersatzgeschlechtstier kann zu dieser Zeit innert 24 Stunden endgültig erfolgen. Die Versuchsergebnisse weisen darauf hin, dass von den Geschlechtstieren eine stoffliche Wirkung ausgeht, durch die bei Larven und Nymphen im Bereitschaftszustand die Determination zum Ersatzgeschlechtstier verhindert wird.

No 14. **R. Geigy** und **U. Rahm,** Basel. — Beiträge zur experimentellen Analyse der Metamorphose von *Sialis lutaria* L. *(Megaloptera).* (Mit 3 Abbildungen.)

Nach den Untersuchungen von Du Bois und Geigy dauert die Entwicklung von *Sialis lutaria* zwei Jahre. Im ersten Jahr finden 7, im zweiten Jahr 3 Larvenhäutungen statt. Nach einer Diapause von ca. 7 Monaten während des Winters, verlassen die reifen Larven unter Retraktion der Abdominalkiemen das Wasser, verpuppen sich am Ufer und entwickeln sich zu Imagines. Werden die Diapauselarven im Winter im Laboratorium in Zimmertemperatur gehalten, so metamorphosieren sie bereits 5 Monate früher als normal. Durch Schnürung unmittelbar hinter dem Kopf in diesem letzten, 10. Larvenstadium konnten Geigy und Ochsé zeigen, dass isoliert nur Thorax und Abdomen zur Metamorphose befähigt sind, während die Köpfe larval bleiben.

Es war nun von Interesse zu erfahren, ob sich die Larven auch auf jüngeren Stadien nach Kopfschnürung hinter der Ligatur zu Puppen umwandeln können. Deshalb wurde eine Vergleichsserie hergestellt von Kopfschnürungen auf den Stadien 8, 9 und 10. Es zeigte sich, wie übrigens schon früher, dass die Operation im Allgemeinen desto schwerer ertragen wird, je jünger das Stadium ist. Die Erfahrung hat gezeigt, dass vor dem 10. Tage nach Kopfschnürung keine Metamorphose zu erwarten ist. Da deshalb über das Metamorphoseverhalten aller Individuen, die nach der Operation den 10. Tag nicht erreichen, nichts ausgesagt werden kann,

schien es angezeigt, prinzipiell diejenigen Individuen, die vorher eingingen, in der Statistik nicht zu berücksichtigen.

Es wurden geschnürt von:

Stadium 8 = 105 Individuen von denen 72 den 10. Tag erreichten;
Stadium 9 = 40 Individuen von denen 36 den 10. Tag erreichten;
Stadium 10 = 40 Individuen von denen 40 den 10. Tag erreichten.

Davon ausgehend lassen sich folgende Ergebnisse ableiten. Die Anzahl der in die Beobachtung einbezogenen Larven ist in Prozenten angegeben.

	Stadium		
	8	9	10
Keine Metaporphoseanzeichen . . .	11,3%	14,3%	2,5%
Kiemenretraktion unvollkommen .	16,9%	14,3%	10,0%
Einsetzen der Metaporphose . . . (totale Kiemenretr. oder mehr)	71,8%	71,4%	87,5%

Es zeigt sich, dass bei den Stadien 8 und 9 durch Kopfschnürung die Hinterpartien ebenfalls zur Metamorphose angeregt werden können, allerdings bleiben die positiven Fälle um ca. 16% hinter denjenigen zurück, die bei Stadium 10 erreicht werden konnten. Die Kiemenretraktion war in allen drei Stadien durchschnittlich zwischen dem 14. und 18. Tag beendet.

Besonders interessant ist die Serie der Larven vom Stadium 8, da diese Tiere durch die Abschnürung des Kopfes bereits im Juni, d. h. beinahe ein Jahr vor der normalen Metamorphosezeit, zur Weiterentwicklung gebracht werden konnten. Diese geschnürten Larven überspringen also zwei Larvenhäutungen und die Winterdiapause. In dieser Serie häutete sich nur eine Larve und zwar 24 Stunden nach der Schnürung. Es war dies offenbar ein Individuum, das sich kurz vor dem Uebergang zu Stadium 9 befunden hatte, als es geschnürt wurde. Bei den Kontrolltieren traten die

weiteren, normalen Häutungen auf. Einige Tiere, bei denen die Metamorphose begann, starben, nachdem sich die Larvencuticula abgehoben hatte, da sie sich nicht von der Larvenhülle zu befreien vermochten. Bei den meisten Tieren konnte die abgehobene Cuticula mit der Pinzette abgelöst werden, dabei wurden jedoch meist die Extremitäten in Mitleidenschaft gezogen oder es bildeten sich Infektionsherde an der Schnürstelle. Abbildung 1 zeigt eine aus



Abb. 1.
Aus Stadium 8 durch Kopfschnürung erhaltene Puppe, 24 Stunden nach Abstreifen der Larvenhaut.

Stadium 8 gewonnene Puppe, welche die Larvencuticula selbst abstreifen konnte und sich zu einer normalen, aber kopflosen Puppe weiter entwickelte. Von der Puppencuticula konnte sie sich nicht befreien und ging vor dem Schlüpfen ein. Abgesehen vom Fehlen des Kopfes handelt es sich um ein vollständiges und normales Puppengebilde, das sich in charakteristischer Weise weiterentwickelte, indem unter der Puppencuticula eine Imago entstand (Abb. 2).

Angesichts dieser Ergebnisse fragt es sich, welche Organe des Kopfes für die Metamorphosehemmung nicht nur im letzten, sondern auch in früheren Larvenstadien, verantwortlich gemacht werden könnten. In Analogie zu Befunden bei anderen Insekten kommen in erster Linie in Frage: Das Cerebralganglion in der vor-

deren Kopfpartie, die dahinter gelegenen verschmolzenen Corpora cardiaca und die ganz im Kopfende beiderseits dem Oesophag anliegenden kleinen rundlichen Corpora allata (Cazal 1948). Für die beiden ersten Organe besitzen wir nun folgende experimentellen Aufschlüsse:

1. Extirpation des Cerebralganglions auf Stadium 10 (bei 60 Individuen) hatte keinerlei Beschleunigung der Metamorphose



Abb. 2.
Schlüpfbereite Imago, hervorgegangen aus Puppe Abb. 1, die Puppencuticula ist mit der Pinzette abgelöst worden.

zur Folge, ebensowenig Gehirntransplantation in Hinterteile kopfgeschnürter Larven (25 Individuen).

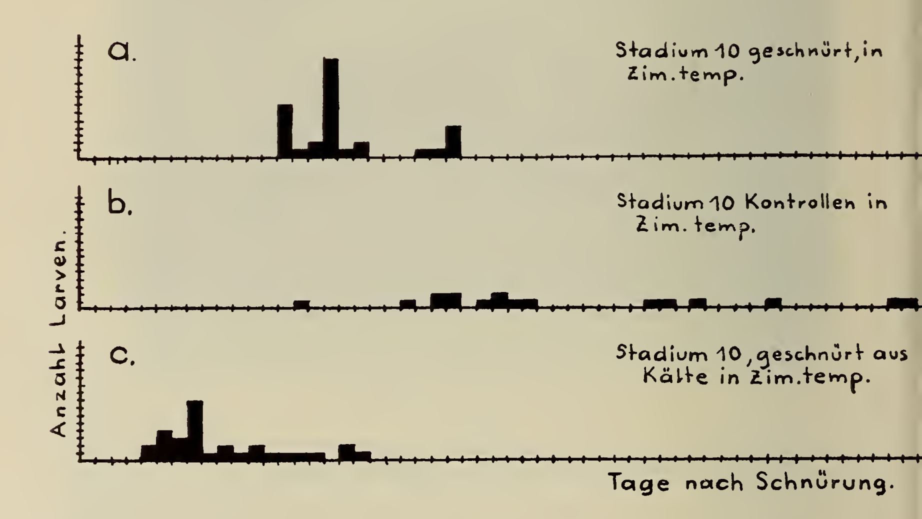
2. Extirpation der Corpora cardiaca auf Stadium 10 (bei 59 Individuen) wirkte ebenfalls nicht enthemmend.

Alle diese Eingriffe wurden von den meisten Larven gut ertragen und es blieben fast alle am Leben, bis die Metamorphose zum normalen Zeitpunkt eintrat. Die Tiere ohne Cerebralganglion konnten allerdings bei der Verpuppung die Larvenhaut nicht abstreifen, ein normales Funktionieren dieses Nervenzentrums scheint somit für eine erfolgreiche Häutung unentbehrlich zu sein. Das Fehlen

der Corpora cardiaca, in Gegenwart des Cerebralganglions, vermochte dagegen den Häutungsakt nicht zu beeinträchtigen.

Bezüglich der Corpora allata sind die Versuche noch nicht abgeschlossen, die Operation ist ziemlich schwierig und die Letalität der Versuchstiere gross. Immerhin legen die bisherigen Ergebnisse die Vermutung nahe, dass die Corpora allata die Metamorphose hemmen. Damit liessen sich auch die in der graphischen Darstellung (Abb. 3) zusammengestellten Beobachtungen deuten.

Abb 3



Werden Larven auf dem Stadium 10 kopfgeschnürt und in Zimmertemperatur (durchschnittlich 18° C.) gehalten, so verwandeln sie sich wie erwähnt durchschnittlich am 14.—18. Tag (a.). Die ungeschnürten Kontrollen dagegen weisen hinsichtlich des Metamorphoseeintritts eine viel stärkere Streuung, bis maximum 55 Tage, auf (b.). Werden dagegen kopfgeschnürte Larven bei 4° C. (Seetemperatur im Winter) gehalten, so tritt keine Verwandlung ein. Bringt man diese Larven nach längerer Zeit, z. B. nach 40 Tagen, in Zimmertemperatur, so erfolgt die Metamorphose auffallend rasch nach 5—8 Tagen (c.). Auf Grund der Annahme

eines von den Corpora allata ausgehenden Hemmstoffes ergäbe sich folgende Deutung:

Im Fall (a.) mussten im abgeschnürten Hinterteil zuerst die noch vorhandenen Hemmstoffe aufgebraucht werden, bevor die Metamorphose eintreten konnte. Im Fall (b.) steht der Organismus unter dem Einfluss des hemmstoffbildenden Kopfes, wodurch in den meisten Fällen der Metamorphosebeginn mehr oder weniger stark verzögert wird. Im Fall (c.) wurde während den 40 Tagen Kälte im Hinterteil der kopfgeschnürten Larven der meiste Hemmstoff verbraucht, sodass bei Eintritt von Zimmertemperatur relativ bald die Möglichkeit zum Metamorphosebeginn gegeben war.

Inwiefern hier die mögliche Existenz einer das Metamorphose-Geschehen regulierenden Prothoracaldrüse (Fukuda, Williams u. a.) eine Rolle spielt, bleibt noch zu demonstrieren.

LITERATUR

1948. Cazal, P. *Les glandes endocrines rétro-cérébrales des insectes.* Bull. Biol. France et Belg. Suppl. XXXII.

1935. Du Bois, A. M. und Geigy, R. *Beiträge zur Oekologie, Fortpflanzungsbiologie und Metamorphose von Sialis lutaria* L. Rev. Suisse zool., tome 42, n° 6.

1941. Fukuda, S. *Role of the prothoracic gland in differentiation of the imaginal characters in the silkworm pupa.* Annot. Zool. Japon. 20.

1940. Geigy, R. und Ochsé, W. *Versuche über die inneren Faktoren der Verpuppung bei Sialis lutaria* L. Rev. Suisse zool., tome 47, Suisse, n° 15.

1949. Geigy, R. *Etude expérimentale de la métamorphose de Sialis lutaria L.* Bull. Biol. de France et de Belgique. Suppl. XXXIII.

1949. Williams, C. M. *The prothoracic glands of insects in retrospect and in prospect.* Biol. Bull. Vol. 97, n° 1.